

Albert Cortines Montalvo (acortines@piushospital.cat)  
 Ingeniero Automática y Electrónica Industrial  
 Responsable Servicios Generales  
 Pius Hospital de Valls (Tarragona)

# Nuevos modelos de gestión en productos sanitarios activos no implantables (PSANI)

Actualmente la mayoría de especialidades médicas precisan de soporte tecnológico para su diagnóstico y/o tratamiento. Sin embargo, la crisis ha provocado una falta de recursos en los centros hospitalarios que hace preciso introducir nuevas estrategias en la adquisición y mantenimiento de los equipos. Para ello en el Pius Hospital de Valls hemos planteado un modelo de gestión basado en indicadores de riesgo e impacto económico que introducen criterios más objetivos, medibles y alineados al plan estratégico del centro hospitalario, y que permiten distribuir mejor los recursos destinados a la adquisición y el mantenimiento de los productos sanitarios activos no implantables (PSANI).

El procedimiento establecido se define en 5 fases:

**1. Gestión de riesgo:** utilizaremos el algoritmo de Wang and Levenson con los marcadores de función (Figura 1), riesgo de uso (Figura 2), requisitos de mantenimiento (Figura 3) y tasa de operatividad (el porcentaje de uso del PSANI en el servicio). Para tal efecto, evaluaremos los PSANI con las siguientes figuras de forma individual (figuras 1 a 3):

El valor de riesgo (GE) se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$GE = (\text{Índice Función} + 2 \times \text{Mantenimiento}) \times \text{Tasa Uso} + 2 \times \text{Riesgo}$$

**2. Inventario** (aplicar el criterio de inclusión o no según el valor umbral definido como GE). Según criterio establecido por el Centro, se puede definir un valor de GE para el cual, a partir del valor determinado, le asignaremos al PSANI un número de inventario propio.

**3. Evaluación del impacto económico por servicios:** Definiremos impacto económico (IE) como el ratio resultante del cociente entre los costes directos del PSANI (costes generados para la explotación del equipo en el servicio desde el punto de vista del mantenimiento) y los costes indirectos de dicho PSANI (costes del servicio derivados de la discontinuidad del equipo por una avería).

El valor de impacto económico (IE) se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

SUBCATEGORIA	FUNCIÓN DEL EQUIPO ELECTROMEDICO	PUNTUACIÓN
Terapéuticos	Soporte vital	10
	Cirugía y cuidados intensivos	9
	Fisioterapia y tratamiento	8
Diagnósticos	Monitorización cirugía y cuidados intensivos	7
	Otros equipos de monitorización y diagnóstico	6
Analíticos	Análisis de laboratorio	5
	Accesorios del laboratorio	4
	Computadoras y equipos asociados	3
Varios	Otros equipos relacionados con paciente	2

Figura 1: Tabla según función equipamiento (Índice de prioridad).

RIESGO FÍSICO ASOCIADO A LA APLICACIÓN CLÍNICA	PUNTOS
Posible muerte del paciente	5
Posible lesión del paciente o usuario	4
Falso diagnóstico o terapia inadecuada	3
Daños en el equipo	2
Sin riesgos relevantes	1

Figura 2: Tabla según riesgo de uso (Riesgo).

REQUERIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	PUNTOS
Extensivo: calibración de rutina y reemplazo de componentes	5
Superior al promedio	4
Promedio: verificaciones y pruebas de seguridad	3
Inferior al promedio	2
Inspección visual	1

Figura 3: Tabla según mantenimiento requerido (Mantenimiento).

$$IE = \frac{\text{COSTES DIRECTOS (Dm)}}{\text{COSTES INDIRECTOS (Cp)}}$$

### Costes directos de los PSANI (Dm)

Son aquellos costes de los recursos que se incorporan físicamente al producto o servicio final.

$$Dm = Dmo + Df + Dc + De$$

(Dmo): Coste de mano de obra.

Es la fuerza de trabajo empleada para mantener las operaciones productivas de los equipos (materiales/recambios, mano de obra, desplazamientos, coberturas, etc...) teniendo en cuenta:

- Costes de reparación (Interno o externo).
- Precio por hora por cada operario (según categoría).
- Gastos generales del servicio de mantenimiento:
  - Mandos y empleados de oficina.
  - Alquileres, seguros, impuestos indirectos, patentes.
  - Calefacción, iluminación, teléfono, vehículos...

(Df): Posición de existencias.

Son los gastos funcionales del uso del equipo; se caracteriza por una tasa de amortización del equipo electromédico, evaluación de pérdidas, depreciación, gastos de almacenaje y/o uso teniendo en cuenta:

- Depreciación: Pérdida producida por desgaste, roturas, o aparición de otros bienes con mayores adelantos tecnológicos.
- Amortización: Procedimiento contable por medio del cual el valor de un bien, utilizado por un servicio, es repartido como gasto durante todos los años que abarca la vida del mismo.

(Dc): Consumos.

Consumo de materias primas o fungibles para su funcionamiento. Son recursos materiales que en el proceso productivo se incorporan y transforman en parte o en totalidad del producto o servicio final, teniendo en cuenta:

- Costes de consumo de energía del equipo.
- Consumo de materias primas.
- Factura compra+gastos transporte + costes pasar el pedido.
- Consumos de fungibles.
- Amortización de recambios.
- Costes (compra, transporte, pedido).
- Actualización de precios.

(De): Mercados externos.

Son los gastos asociados a los mercados exteriores y agrupados por:

- Costes de los contratos de mantenimiento:
  - Las cláusulas económicas del contrato.
- Costes de trabajos subcontratados:
  - Coeficiente de participación información.
  - Controles periódicos i/o certificados.

### Costes indirectos de los PSANI (Cp)

Relacionados con la pérdida del servicio programado (pruebas ecográficas anuladas, intervenciones quirúrgicas postpuestas, placas radiográficas demoradas, etc...) teniendo en cuenta:

- Coste de mano de obra asistencial desocupada.
- Coste de amortización del material parado (equipos, fungibles, prótesis, etc.).
- Gastos de vuelta a poner en marcha.
- Gastos inducidos, aquellos que generan pérdidas debido al grado de reputación o efectos secundarios del servicio practicado (son difíciles de evaluar).

Podemos clasificarlos por:

- Plazos incumplidos.
- Penalizaciones por retraso.
- Pérdida del cliente.
- Afectación en la Imagen de la marca.
- Pérdida de calidad.

Con los valores obtenidos podremos mapear los PSANI correspondientes al servicio en un eje de coordenadas (figura 4).

### 4. Planificación de las acciones identificadas según niveles establecidos en la matriz de Kraljic:

Una vez obtenido el valor de riesgo GE aplicaremos en un segundo plano los valores de impacto económico, utilizando la matriz de Kraljic, véase Figura 4. Dichos valores vendrán representados, en el eje de abscisas (eje 'x'), por el impacto económico (IE) y en el eje de ordenadas (eje 'y'), por el nivel de criticidad (GE). Obtendremos en dos planos (X-Y) una dispersión de los equipos ubicados y clasificados por cuadrantes con umbrales definidos por centro o servicio. Dentro del eje de ordenadas y de abscisas los equipos quedarán clasificados en los siguientes cuadrantes:

- **Equipos estratégicos (1º cuadrante):** Los encontramos en la región superior derecha, se caracteriza por su alto impacto económico y alto riesgo, como también por un mayor impacto en su adquisición. Se definen como equipos del sistema, muy motrices y muy dependientes, que pueden perturbar el funcionamiento normal del sistema o colapsarlo si presentan problemas de paradas inesperadas. Estratégicamente se corresponden con los retos del servicio o del centro.

El objetivo en este caso es garantizar un funcionamiento a precios competitivos mediante alianzas o contratos de gestión con requerimientos técnicos de garantías para el desenlace estratégico del Centro. Para ello es necesario definir

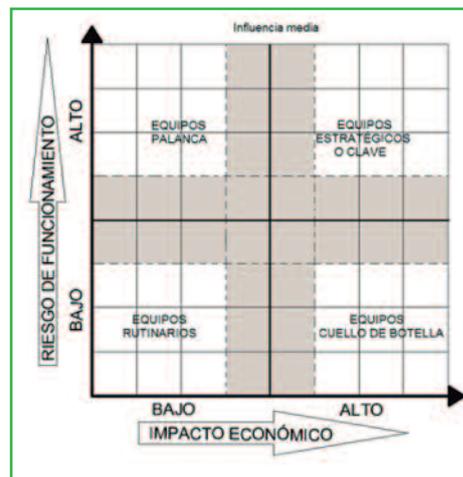


Figura 4: Matriz de Kraljic.

las características técnicas óptimas del producto durante la adquisición (para no comprar equipos de calidad inferior o superior a la requerida), hacer énfasis durante la negociación de su mantenimiento en los puntos más caros, recambios excluidos o “telones de Aquiles” que garanticen la continuidad funcional del servicio sin excesos económicos y realizar negociaciones que incluyan otros aspectos determinantes, como:

- Condiciones de suministro de recambios y precios pactados (coberturas, tiempos de respuesta y resolución, recambios exentos al contrato y precios pactados si es posible...).
- Formación en el uso adecuado y técnicas de gestión del equipo.
- Actualización continua de productos y tecnología mediante software o hardware .

• **Equipos palanca (2º cuadrante):** En la región superior izquierda, se engloban los equipos con alto nivel de riesgo de funcionamiento. Son equipos que no se pueden abordar por su bajo impacto económico, sino a través del nivel de riesgo de su funcionalidad. La propuesta de mejora es una mezcla entre los equipos rutinarios y los equipos cuello de botella: estandarización de equipamiento para sintetizar fungibles/recambios y reducir la complejidad de su gestión mediante grandes proveedores.

• **Equipos rutinarios (3º cuadrante):** En la región inferior izquierda, se incluyen aquellos equipos con bajo impacto económico y con bajo riesgo de funciona-

miento, equipos de uso convencional y uso transversal. Para dicho grupo se propone estandarización de equipamiento con el fin de reducir costes en recambios y fungibles. Cuando sea posible, se agruparan proveedores pequeños en proveedores mayores, tanto en la compra como en el mantenimiento. De esta manera se podrá reducir la complejidad de la gestión y mejorar sus costes.

• **Equipos cuello de botella (4º cuadrante):** Situados en la región inferior derecha, se caracterizan por su alto impacto económico con bajo riesgo, pueden suponer un gran impacto en las compras, aunque de baja complejidad y riesgo en el suministro (fungibles, recambios). Para ello se propone formular expedientes de contratación con una duración máxima de dos años. De esta forma se permite homologar varios proveedores para reducir la dependencia frente a un solo proveedor y adaptarse a las novedades y fluctuaciones del mercado.

**5. Aplicación, registro y monitorización de los equipos, realizando controles de riesgo (Área estratégica):**

Será representada por dos rectas imaginarias proyectadas desde la base hacia el vértice opuesto, como muestra la Figura 5. Acotados entre las dos rectas imaginarias se ubicarán el/los equipo/s estratégico/s y se ubicarán por debajo en diagonal, aquellos equipos que mantienen una asociación entre los equipos ubicados en posiciones superiores. La relación será de la base hasta alcanzar los equipos clave. Todos los equipos representados dentro de dicho “camino” dependerán unos de otros, con mayor o menor intensidad, pero que variarán las funciones de los equipos clave si hay perturbaciones en dicho “camino”. De esta manera nos permite desvelar la relación que existe entre estos equipos y permite conocer que la actuación sobre unos equipos concretos conlleva la consecución de otras o al menos provoca un efecto de arrastre hacia las situadas por encima, así hasta alcanzar a los equipos estratégicos.

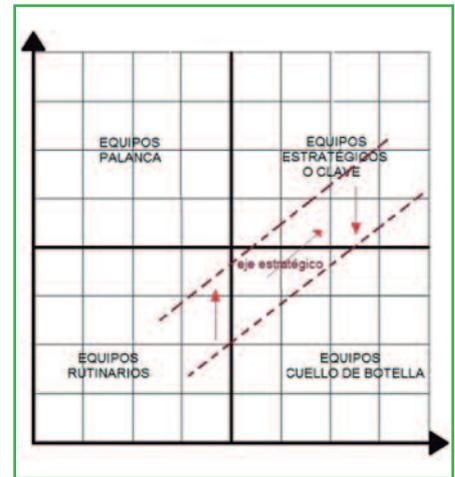


Figura 5: Área estratégica.

**6. Aplicación del modelo a un caso práctico:**

Como ejemplo ilustrativo se resume a continuación el caso del quirófano polivalente 1 del Pius Hospital de Valls (PHV). Según Figura 6.

Aplicando las fórmulas anteriormente descritas obtenemos los indicadores de riesgo e impacto económico para los equipos de la Figura 6 (ver Figura 7):

Si aplicamos matriz de Kraljic por áreas en el mismo servicio obtenemos la siguiente dispersión, con diferentes líneas estratégicas definidas dentro del mismo quirófano, véase Figuras 8 y 9.

En el diagrama que se obtiene del quirófano polivalente en la Figura 10, se observa que cada línea estratégica, pueden compartir una serie de equipos comunes, para los cuales una disfunción en uno de ellos puede perturbar cualquier camino.

En conclusión :se han utilizado las herramientas de gestión propuestas, con el fin de distribuir mejor los recursos destinados al mantenimiento de los productos sanitarios activos no implantables (PSANI), con los siguientes resultados:

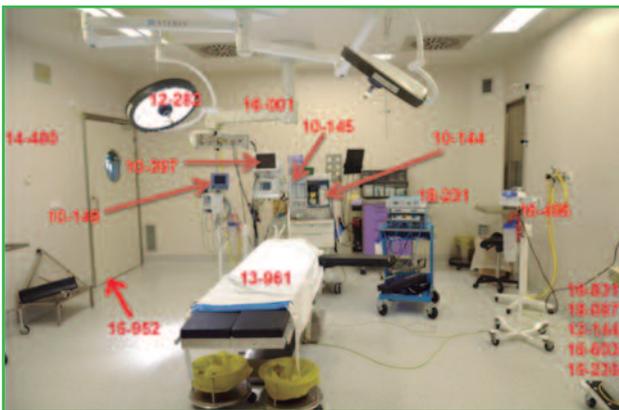


Figura 6: Quirófano polivalente PHV.

UMNDS CODE	Relación equipos:	F	R	M	GE	Dm	Cp	I.E
13-961	Mesa quirúrgica	9	4	3	20	81	680	0,12
12-282	Lámparas quirúrgicas	2	1	2	6	40	680	0,06
16-001	Brazos para instalaciones quirúrgicas "Torretas"	2	2	2	8	26	680	0,04
18-231	Unidad electroquirúrgica monopolar y bipolar	9	4	4	21	689	680	1,01
10-145	Carro anestesia	10	5	5	25	1.095	680	1,61
10-144	Vaporizador	9	5	3	22	87	680	0,13
10-397	Monitor constantes vitales	6	3	2	14	103	680	0,64
10-148	Monitor BIS	6	3	2	14	25	680	0,04
16-495	Bomba infusión	9	5	3	22	299	680	0,44
14-480	Negatoscopio	3	2	1	8	10	680	0,02
10-414	Calentador manta térmica	6	3	2	14	741	680	1,09
15-952	Arco quirúrgico	9	4	5	22	1.035	680	1,52
16-831	Fuente luz endoscopia rígida	9	3	3	18	128	680	0,19
18-087	Procesador + cabezal cámara	9	3	2	17	325	680	0,48
12-144	Insuflador CO2	9	4	3	20	371	680	0,55
16-603	Monitor laparoscopia	7	2	1	12	39	680	0,06
15-235	Motor Drill/Reamer traumatología	9	4	3	20	681	680	1,00
11-132	Desfibrilador	9	4	3	20	129	680	0,19

Figura 7: Tabla resultados de riesgo (GE) & impacto económico (IE).

a) Se pudo evaluar la forma más idónea de adquisición de los equipos (compra, alquiler, renting, préstamo...) optimizando los recursos y su explotación.

b) Se estableció una clasificación de todos los equipos en 4 cuadrantes para monitorizar la relación entre ellos y fortalecer vínculos.

c) Se identificó los equipos considerados clave en el plan estratégico del Centro, y se incorporaron criterios de criticidad que han ayudado a la gestión de estos equipos durante su mantenimiento.

d) Se han aumentado las frecuencias de mantenimiento en aquellos equipos que estratégicamente lo requerían, alargando su vida útil.

**Bibliografía**

Dyro, F. (ed.). *Clinical engineering handbook* Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2004.. <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780122265709>.  
 Poirier, Ch. C. *Using Models to Improve the Supply Chain*. CRC Press, 2003, 296 p.  
 Kraljic, P. *Purchasing must become supply management*. Harvard Business Review, 1983.  
 Gómez-Blanco, A. (dir.). *Guía de buenas prácticas: gestión y mantenimiento de equipamiento electromédico*. [www.coiim.es/frii/Descargas/guia\\_gbp.pdf](http://www.coiim.es/frii/Descargas/guia_gbp.pdf)

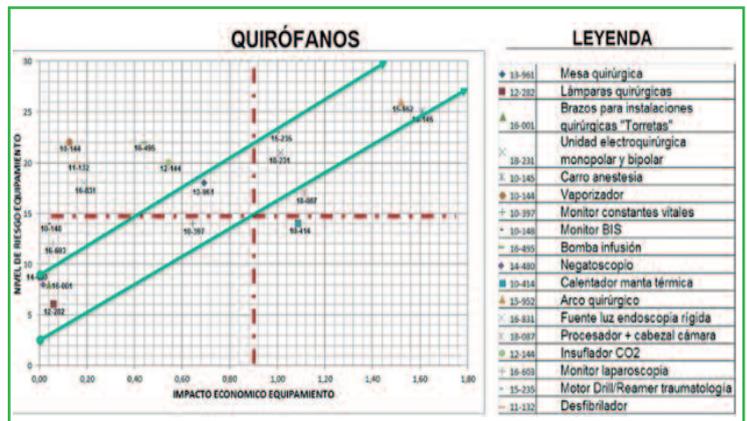


Figura 8: Matriz Kraljic cirugía ortopédica.

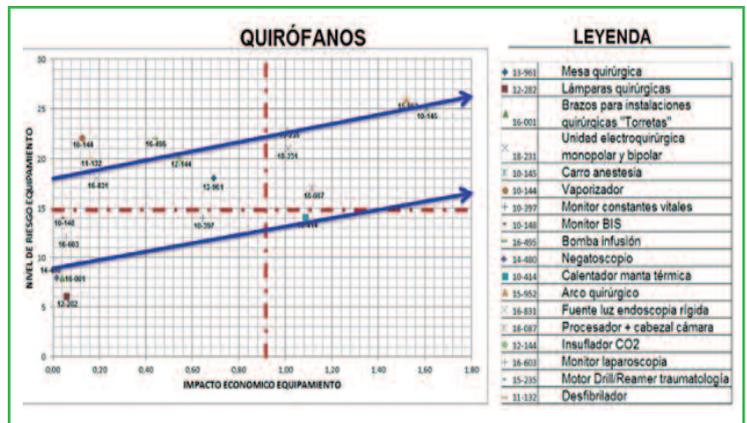


Figura 9: Matriz Kraljic cirugía laparoscópica.

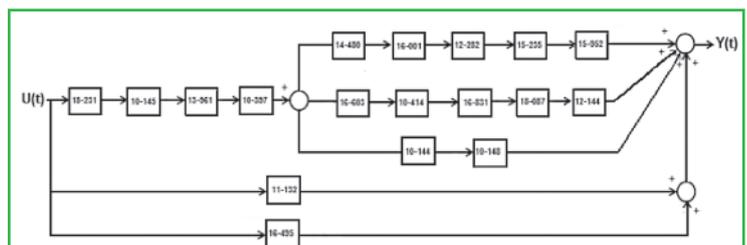


Figura 10: Función de transferencia equipamiento del servicio.

Universal Medical Device Nomenclature System: [http://www.uapered.org.ar/temp/ecri/pdf/speng\\_codigos.pdf](http://www.uapered.org.ar/temp/ecri/pdf/speng_codigos.pdf).  
 World Health Organization. *Evaluación de tecnologías sanitarias aplicada a los dispositivos médicos*. Ginebra: 2012, <http://www.who.int/iris/handle/10665/44824>.  
 World Health Organization. *Guía de recursos para el proceso de adquisición*. Ginebra: 2012, <http://www.who.int/iris/handle/10665/44826>.  
 World Health Organization. *Introducción a la gestión de inventarios de equipo médico*, 2012, iv, <http://www.who.int/iris/handle/10665/44817>.  
 UNE\_209001=2002\_IN-gestion\_mantenimiento-PSANI, [www.ecri.org](http://www.ecri.org).